

日本におけるロボティクス4.0戦略の方向性

CPS・ロボット革命時代における ロボット大国・日本の取るべき産学官の戦略



小宮昌人



岩崎はるな

CONTENTS

- I ロボティクス4.0における地殻変動
- II 変わるロボット企業の戦略——ロボットの活用ノウハウが重要となる時代へ
- III ロボティクス4.0時代に求められる産学官での連携戦略
- IV ロボティクス4.0におけるロボット大国・日本の復活に向けて

要約

- 1 協調・移動機能を基に、あらゆる産業・都市・生活へロボット適用が拡大するとともに、ロボットのオペレーションシステム（OS）を担うプラットフォームなどのエコシステムの整備により、ロボットの水平分業と民主化が進むロボティクス4.0革命が進んでいる。
- 2 ロボティクスが進展する中で、デジタルツインやメタバースといったCPSが現実世界での柔軟なロボットのシミュレーションや制御のインターフェースとなる。
- 3 こうした変化の中で、ロボット企業の戦略もハードウェアそのものではなく、顧客の経営・エンジニアリング・オペレーション支援を通じた「ロボット活用を通じた価値」にシフトしてきている。
- 4 日本としてはSociety5.0のコンセプトの下、CPSとロボティクスを掛け合わせた課題解決型のソリューションを産学官を挙げて創出し、世界に打ち出していくことが重要である。

I ロボティクス4.0における地殻変動

第一論考「ポストコロナで急速に進展するロボティクス4.0革命」では、ロボットの進化がもたらすロボティクス4.0革命について触れた。ロボティクス4.0とは、協調・移動機能を基にあらゆる産業・都市・生活へロボット適用が拡大する（ロボティクス3.0）とともに、ロボットのオペレーションシステム

（OS）を担うプラットフォームなどのエコシステムの整備によりロボットの水平分業と民主化が今まさに起こっているロボットの進化の構造である（図1）。

第一論考で触れたとおり、図2にあるようなエコシステムが創出され、ロボット専門企業でなくとも、新規参入企業や今までロボット活用側だったユーザー企業がロボット展開を行えるようになってきている。

ロボティクス4.0が進展する中で、デジタ

図1 ロボティクス4.0の構造

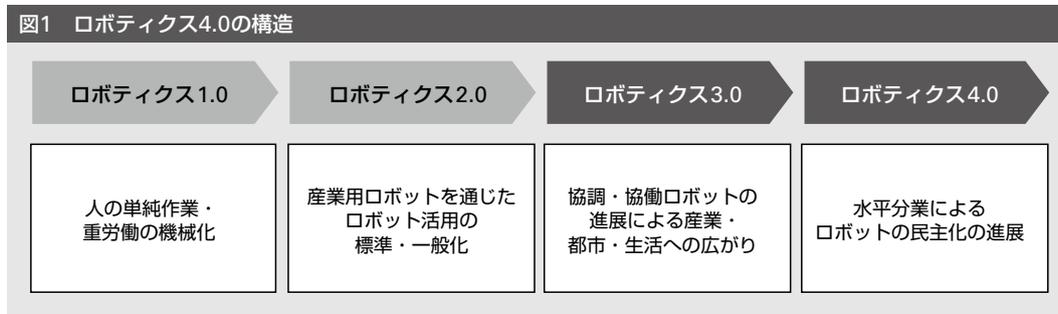
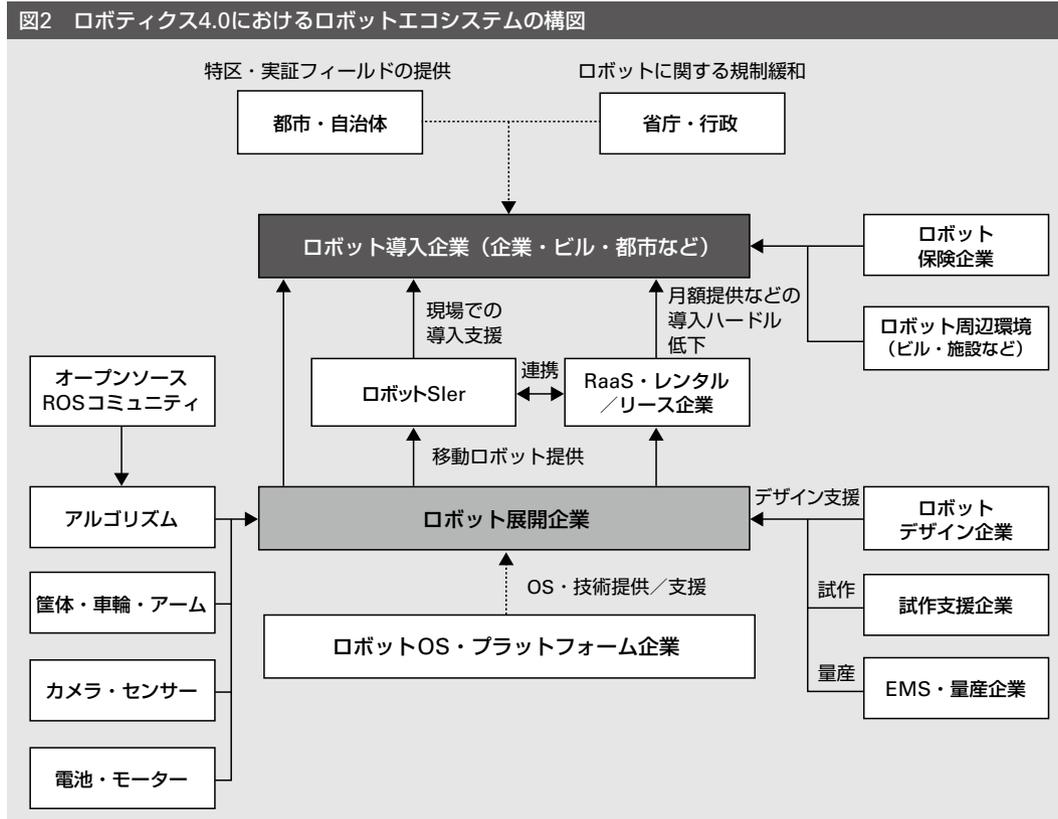


図2 ロボティクス4.0におけるロボットエコシステムの構図



ル世界と物理世界という大きな構造におけるロボットの位置づけは図3のようになる。まず、デジタルツインやメタバースといったCPS（サイバーフィジカルシステム）を通じて、変化に対応した柔軟なシミュレーションがなされる。その結果を基にロボットにフィードバック・制御が行われ、シミュレーションに基づく動作がなされる。そのロボットと、人・現場が協調した物理世界の実動作のデータがセンシングされ、CPSに反映されることで現況が再現されて、シミュレーションサイクルがより高度化する、といった流れである。

この構造の中で、ロボットは、デジタル世界でのシミュレーションを物理世界に反映させるためのインターフェース（接点）として位置づけられる。これらを構成する上で不可欠な技術要素は、大きく次の3点である。

- ①デジタルとロボットを融合させるCPS（デジタルツイン・メタバース）
- ②ロボットを最適に動かすために現況をCPSに反映させるセンシング

③シミュレーションを基に物理空間で最適に動作するロボット技術

このうち③については、第一論考で述べた協調機能と人や障害物との回避を避けることができる移動機能である。以下、①②について触れる。

1 デジタルとロボットを融合させるCPS(デジタルツイン・メタバース)

今までの物理的なPDCAサイクルから、デジタルツインやメタバース空間上を活用したシミュレーション、デジタル世界で検証を行った上で物理世界の最終調整を行うプロセスへの転換が起こる。その上で、物理世界の実行においては、ロボットが重要な役割を果たす。詳細は第一論考を参照されたいが、デジタルツインでシミュレーションした結果を、物理世界のロボットにフィードバックして連動するという取り組みがなされている。

CES2022では、ポストダイナミクスをソフトバンクから1000億円以上を投入して買収した現代自動車が、メタバースとロボットを

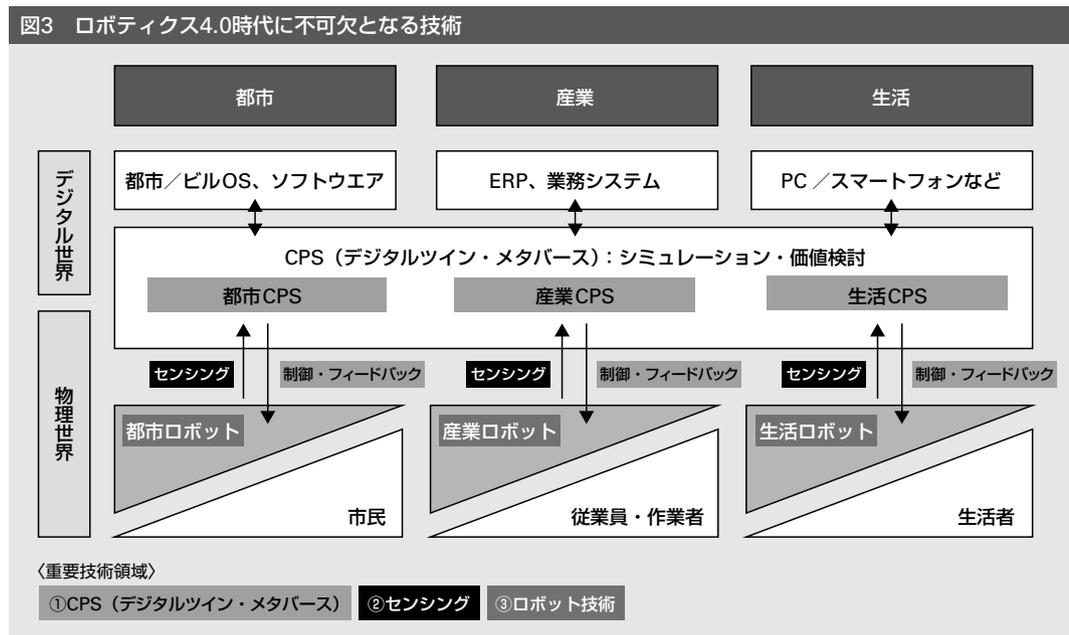
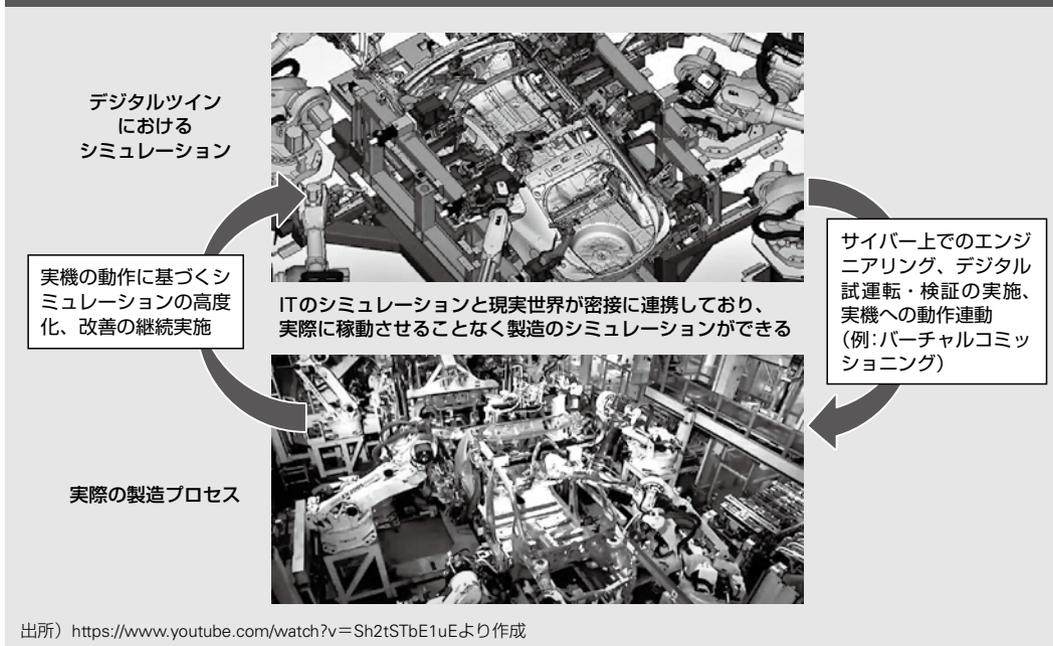


図4 製造業におけるデジタルツインを通じたロボットシミュレーション・制御



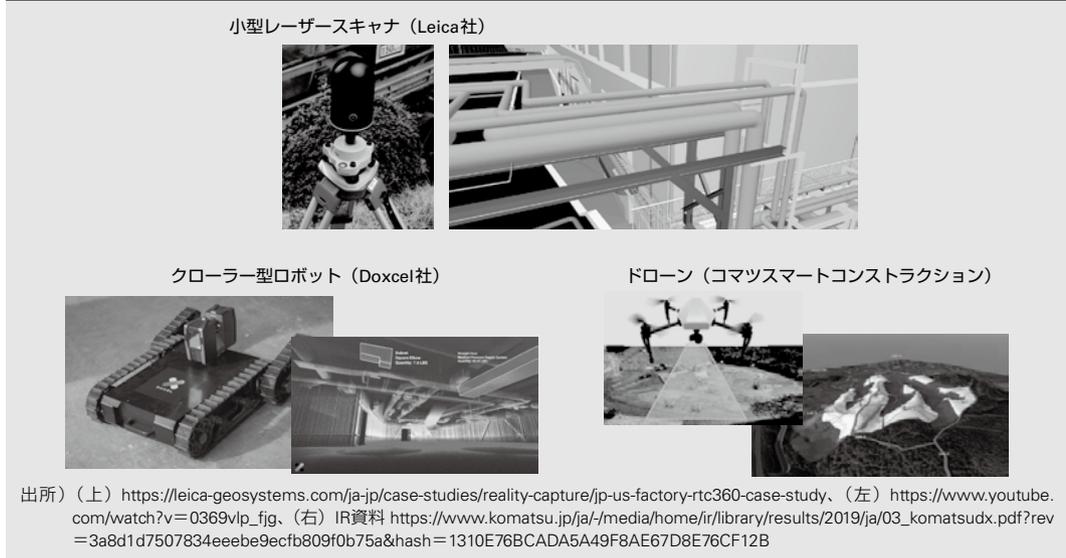
接続し、リアル空間にフィードバックさせる「メタモビリティ」コンセプトを発表した。メタバースを通じてモビリティロボットを移動させ、危険地での作業や火星などへの旅行、遠隔地から韓国にいるペットに餌をあげたり抱きしめたりできることを目指すと表明している。これは現実にも既に産業界で取り組みが進んでおり、製造業のロボットや建機、農機などに活用されているほか、都市やビルにおいてもBIM情報と連動した動作制御がなされている。

デジタルツインからロボットを制御する技術としては、今後より精度向上の余地はあるものの、先行企業ではデジタルツインで制御し、精度が求められる残り二割の部分を現場で調整するなど振り分け、効果的にデジタルツインを活用したロボット制御を行っている(図4)。

2 ロボットを最適に動かすために 現況をCPSに反映させるセンシング

デジタルツインを通じて最適にロボットをシミュレーション・制御するには、設計上の情報のみならず、現在のリアルタイムの状況(現況)をCPSへ反映させるセンシング技術が必須となる。たとえば建築現場では、日々現場の状況が進捗に応じて変わるとともに、一時的に置いている建築資材や設計とに若干のずれも存在する。これらの状況をいかにCPSに反映し、最適なシミュレーション・制御を行うかが重要になる。ドローンやクローラー型四つ足ロボットなどを活用して現場の状況をセンシング・三次元化し、現況に基づくシミュレーション・制御を行えるようにするのである。これらの技術は、建築のみならず、農業やモビリティはじめ、状況が変化したり、屋外の広い場所を動作環境とした場合に重要な技術となる(図5)。

図5 CPSへ現況をフィードバックするために必要となるセンシング技術（例：建設業）



3 V (価値) × デジタルPDCAと 現実世界のISMのサイクル

こういった技術要素が組み合わさることで、都市やあらゆる領域においてCPSによるシミュレーションを通じた変化への対応、ロボットを通じたその結果の反映、さらにはロボット動作・センシング結果をCPSへフィードバックというサイクルが回る形となる。こうすることで実行前にデジタル上でPDCAサイクルをシミュレーションした上で、現実世界ではそのデジタル上でのシミュレーションや改善結果をインテグレーション (I) で反映し、センシング (S) 結果を基に、さらなるモデル化 (M) を図っていくループが生まれる。このPDCA-ISMモデルはCPS・ロボティクス4.0時代におけるオペレーションの前提になっていくだろう。

これらが確立してくると、オペレーションの対応スピードと品質が標準化・高度化する中で、より上位概念である、何を実現したいのか、つまり「何を価値にしたいのか (V :

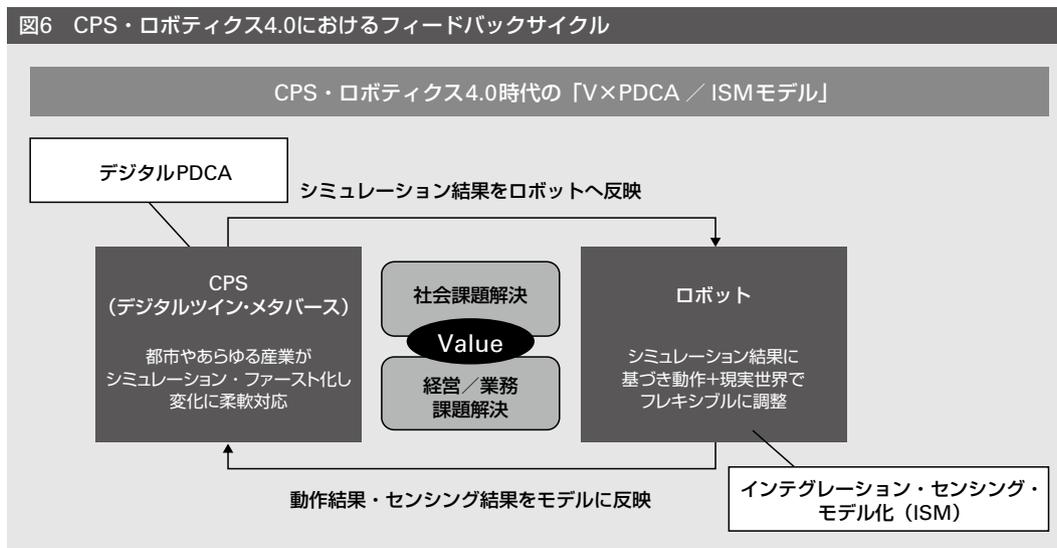
Value)」という観点が重要になってくる。すべての企業・組織にとって、オペレーションプロセスよりも、CPSとロボティクスを活用した上で、社会・経営課題解決などの価値の違いが差を分けることとなる。これは都市・行政やあらゆる産業のあり方を変えることにつながる (図6)。

次章では、ロボット企業としての戦略の変化を見ていきたい。

II 変わるロボット企業の戦略 ——ロボットの活用ノウハウが 重要となる時代へ

ロボティクス4.0革命を通じてロボットに関連するビジネス環境が変化する中で、ロボット企業の戦略も大きく変わってきている。従来は既存ロボット企業のハードウェアの競争力が強く、いかに技術的に優れたロボットを提供できるかが重要な観点であった。しかし、中国企業の参入・急速な技術キャッチア

図6 CPS・ロボティクス4.0におけるフィードバックサイクル



ップをはじめ、ハードウェア自体のコモディティ化が進んでいる。その中で、ロボットメーカーの戦略としては、ハードウェア戦略とともに掛け合わせとしての次の観点が重要になっている。

- ①経営からのトップダウンでの展開
- ②エンジニアリング段階からのロックイン (標準モジュール展開)
- ③サービス型事業を通じたオペレーション支援
 前述のとおり、このロボットを通じてどのような価値を提供できるのかが最も重要になってくる。特にロボットは長らく技術の象徴としての位置づけであったことから、開発者や展開企業としても「要素技術」に焦点が当たりがちである。つまり、いかに高度なロボットをつくれるかが競争力と考えられてきた。しかし、技術革新や、中国企業による急速なキャッチアップ、ロボットのOSを支えるプラットフォームの登場などを通じて、要素技術自体は急速にコモディティ化している。他業界同様に技術の結晶であったロボットも、ロボット自体ではなく「ロボット

活用を通じた価値」に重要性がシフトしてきているのだ。たとえば、製造業向けのロボット業界では価値起点により図7のような構造へと戦略が変化してきている。

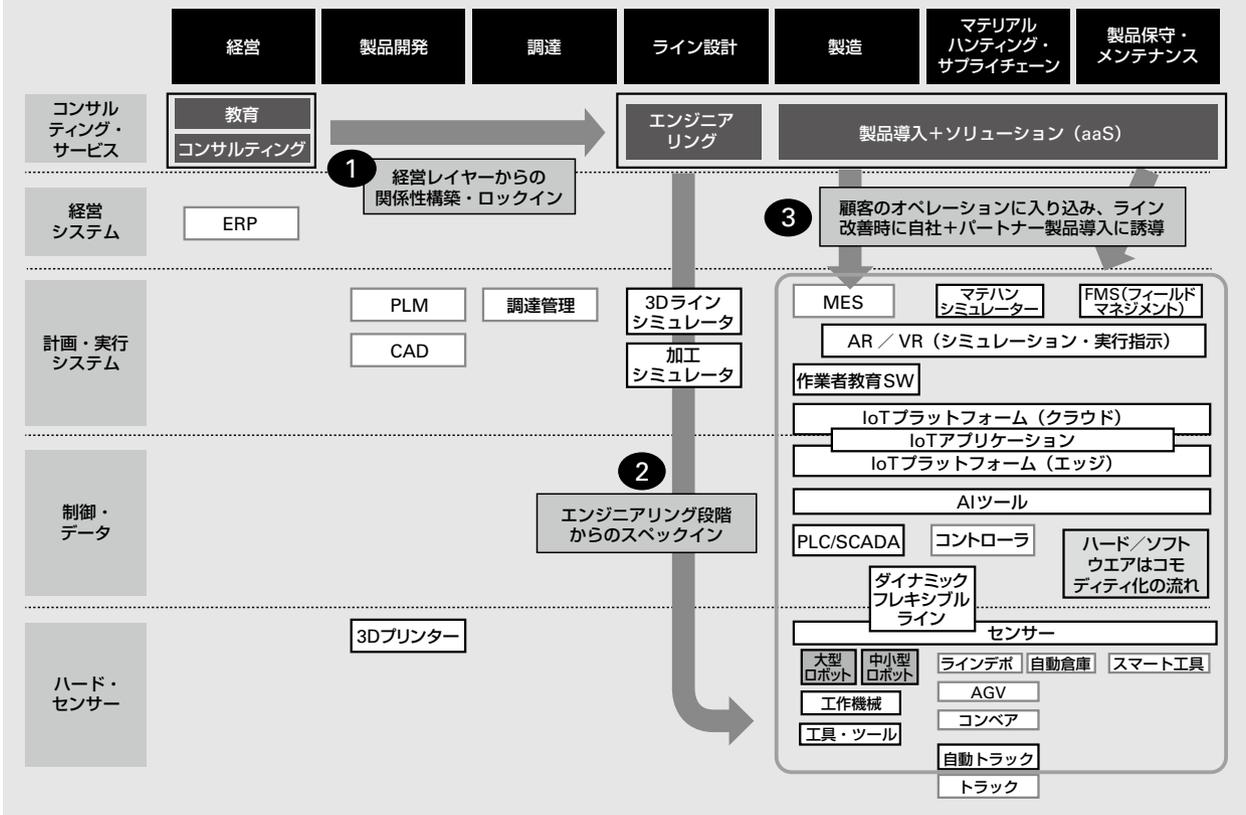
この動きは、ロボット導入が進んでいる製造業に限った話ではなく、あらゆる領域で共通の動きとなっている。ハードウェアのロボット提供自体を価値とするのではなく、ロボットを活用した顧客の経営・オペレーションの変化や課題解決を売りものとしていくことが求められているのだ。それぞれのポイントについて触れていく。

1 変わるロボット企業の戦略(1) 経営からのトップダウンでの展開

ロボットを活用する工程が複雑化する中で、導入ユーザーとしての課題は「どのようなロボットを調達するか」よりも「どのようなビジネス・オペレーションを実現すべきか」に視点がシフトしている。

たとえば、物流領域でロボット展開を図るRaaS企業のプラスオートメーションやIT企

図7 製造業におけるロボットメーカーの戦略シフト



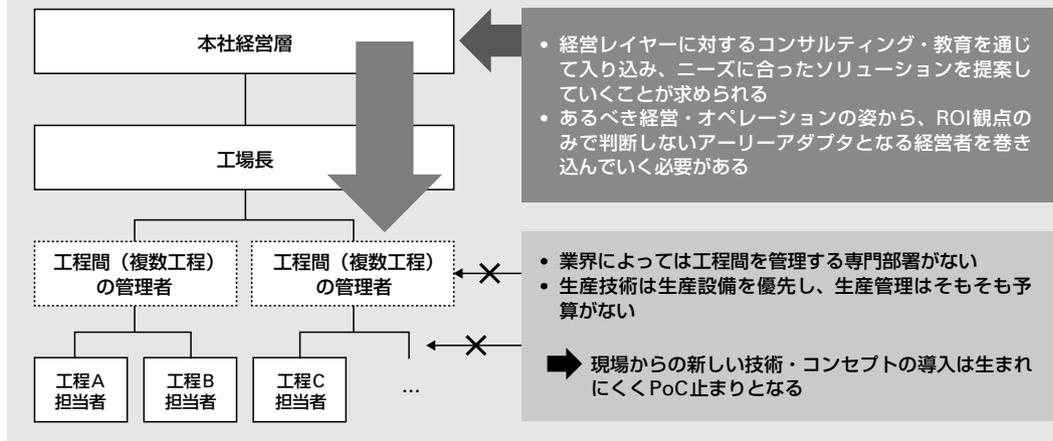
業のGROUNDは、物流業の顧客企業に対するコンサルティングを強化している。特にロボット導入が製造業と比較して広がり切っていない物流領域では、ユーザーに対する教育・啓発やコンサルティングが欠かせない。また、製造業領域でもFA（ファクトリー・オートメーション：自動化支援）企業のボッシュは「ボッシュコンサルティング」を設立し、モノづくりのあるべき姿を経営陣への訴求することで、自社商材の導入提案につなげている。今までロボットがあまり導入されていない新たな産業や、新たな技術コンセプトを訴求する上では、現場に対する技術面でのボトムアップの提案と、経営レイヤーへのビジネスインパクトや、いかにビジネス・オペ

レーションのモデルを変えるのかといったトップダウンのアプローチの掛け合わせが重要となる（図8）。

2 変わるロボット企業の戦略（2） エンジニアリング段階からの ロックイン

ロボットを活用するオペレーションがあらゆる産業で複雑化する中で、ユーザー企業側でハードウェアや周辺機器・ソフトウェアを個別に選択・インテグレーションすることは難しくなっている。このことから、顧客のオペレーション・導入工程自体のエンジニアリング段階から支援・スペックインすることや、顧客のエンジニアリング負荷を最小化

図8 経営レイヤーからのトップダウンアプローチ



するモジュール・パッケージ商材の開発が重要となる。

製造業ではロボットを活用したラインモジュールを展開し、プラグアンドプレイ（インテグレーション・調整を最小化して現場で活用できるモジュール）で製造ラインに活用できる商材開発が進むほか、農業分野では収穫ロボットに最適化された栽培ハウス自体をパッケージ化して展開するなどのことがなされている。自社のコア顧客への深い洞察、もしくは顧客動向を掴んでいるインテグレーターとの連携により、競争力のある商材を開発していくことが重要となる（図9）。

3 変わるロボット企業の戦略（3） サービス型事業を通じた オペレーション支援

製造業の設備投資は景気や業績の変動による影響を受けやすい上、既存製品のコモディティ化・価格競争も激化している。そのような中で、顧客のオペレーションに入り込み、自社製品が活用される形でビジネスを推進する必要がある。ハードウェアやソフトウェアといった製品単位で提供するのではなく、顧客のオペレーション自体を支援・代替し、リカーリングモデルで課金し、その中に自社商材を組み入れるのである。

図9 エンジニアリング段階からのロックイン

MUJIN：汎用ばら積み
ピッキングパッケージ



AGRIST（農業収穫ロボット）
収穫ロボットに最適化された栽培ハウス展開



出所）左： <https://www.muji.co.jp/solution/fa/picking/> 右： <https://agrist.com/products/farm>

こうしたアプローチにより、顧客の初期投資額・ハードルを下げることで導入を促進できる。特に新たなコンセプトの訴求や、機器コストが高い領域では有効な戦略である。たとえば、農業収穫ロボットのinahoは、アスパラガスなどの収穫量に応じた成果報酬型の導入を行っている。また、鹿島建設では自社開発した溶接ロボットを活用して他社の施工も含めて請け負う事業を、子会社の鹿島クレスを通じて展開している。この戦略は顧客のオペレーションに入り込むことにより、ユーザー製造業のオペレーションに即した先端の課題やニーズをつかみ、新たなソリューションやサービス開発に活かすことができる。

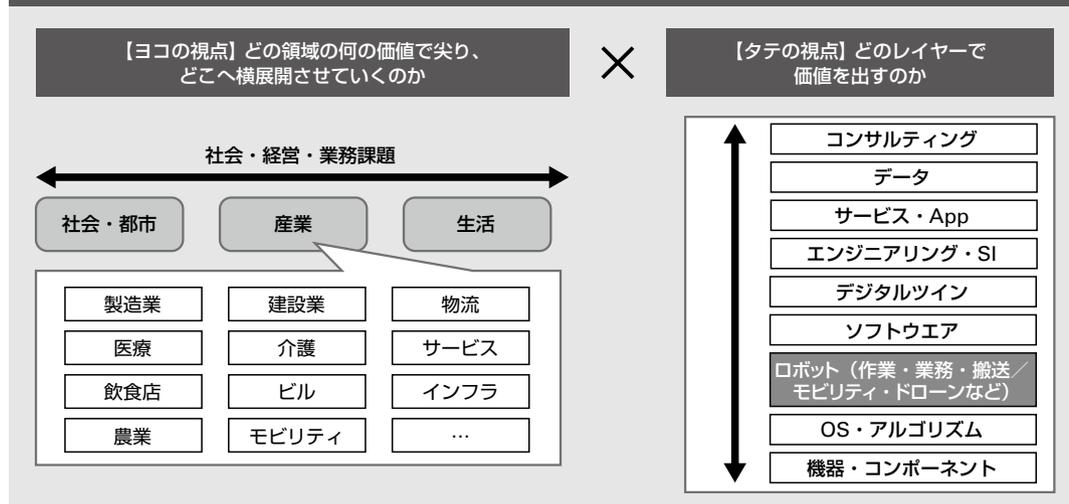
代理店・インテグレーターを通じて顧客への販売をメインのビジネスモデルとしているロボット企業としては、先端顧客ニーズを把握することが非常に有効なアプローチとなり得る。一方で顧客のオペレーションに対する深い理解が必要となるため、特に初期段階はターゲットを絞った展開が肝要である。自社やコア顧客と工程・オペレーション特性が近い領域や、搬送・検査などのノウハウ・オペレーションで領域共通の部分が多く、横展開が

可能な工程から始め、顧客からのニーズに対応できる範囲を広げていくことが求められる。

4 求められるヨコ×タテの視点： 誰の課題をどのレイヤーで 解決するのか

ここまでロボット企業の戦略の変化を見てきたが、「いかにハードウェアとしてよいロボットを開発・展開するか」から、ロボットを起点として「いかに価値を出すか」が重要になってきている。ハードウェア起点ではなく、社会・都市、産業、生活といった社会・経営・業務課題を、どのように、どのレイヤーで解決し、価値を出すのかが問われる。後述する社会インフラ点検ロボットを展開するイクシスでは、自社の価値レイヤーをロボット自体ではなく、ロボットを通じて社会インフラをセンシングして生成される「デジタルツインデータ」と位置づけている。ロボット産業においては先端の技術活用やロボット自体の性能向上に重点が置かれてきたが、今後のロボットの社会実装では、要素技術を前提に置いた上で、いかに価値を出すかにフォーカスを合わせた戦略が求められる。このこと

図10 ロボティクス4.0時代に求められるヨコ×タテの視点



は、個別企業の戦略のみならず、後述する産学官での産業全体としての政策・戦略にも関連する（図10）。

Ⅲ ロボティクス4.0時代に求められる産学官での連携戦略

第二論考「学官におけるロボティクスのグローバルトレンド」で触れたとおり、欧・米・中は産学官連携で国を挙げたロボット産業の強化に取り組んでいる。日本でもロボット企業複数社による個別戦略とともに、産学官を挙げて競争力強化に取り組む必要がある。

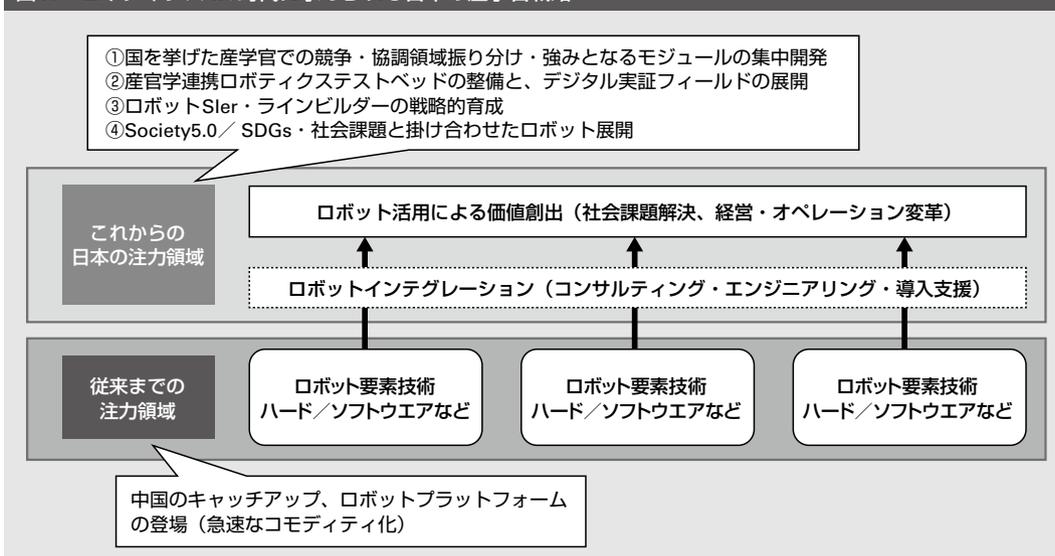
日本は要素技術の開発に強みを有してきたが、これらの要素技術は中国をはじめとした他国企業のキャッチアップや、ロボットOSを支えるプラットフォーマーの登場などにより急速なコモディティ化が進んでいる。ロボットの価値が要素技術ではなく、ロボット活用による社会・経営・オペレーションの変化へとシフトしてきているのだ。日本の産学官連携として、今までの要素技術から、より活用側に力点を置いた動きが求められる。

日本としては、2020年11月に発表されたサステナビリティが重要コンセプトとして設定されているドイツのインダストリー4.0 Vision2030や、21年1月にサステナビリティ、人間中心、レジリエンスをコンセプトに発表された欧州委員会によるインダストリー5.0にかなり先んじる形で、16年に技術そのものではなく社会課題解決に力点を置いた人間中心のスマート社会コンセプトであるSociety5.0が提唱されている。しかし、このSociety5.0はまだグローバルで存在感を発揮できておらず、今後はこれらSociety5.0のグローバルでのユースケース開発や仲間づくりを通じたスピード感をもった展開が求められる（図11）。

こうしたSociety5.0コンセプトに基づく社会課題解決をはじめとしたロボット活用価値の訴求にあたっては、次のようなアクションが重要となる。

- 方向性1 国を挙げた産学官での競争・協調領域の振り分け
- 方向性2 産官学連携ロボティクステストベッドの整備とデジタル実証フィールド

図11 ロボティクス4.0時代に求められる日本の産学官戦略



- ルドの展開
- 方向性3 ロボットSIer・ラインビルダーの戦略的育成
- 方向性4 Society5.0/SDGs・社会課題と掛け合わせたロボット展開

方向性1 国を挙げた産学官での競争・協調領域の振り分け

ロボットのハードウェア自体のコモディティ化や水平分業・民主化が進む中で、いかに競争・協調領域を振り分けて戦略的にロボット産業を強化していくのが問われている。前述のとおり、個別の要素技術自体よりもそれを活用していかに価値を出していくかという方向に、ロボット産業としての重要性がシフトしている。その観点から、産業全体としての図12の議論が必要となる。

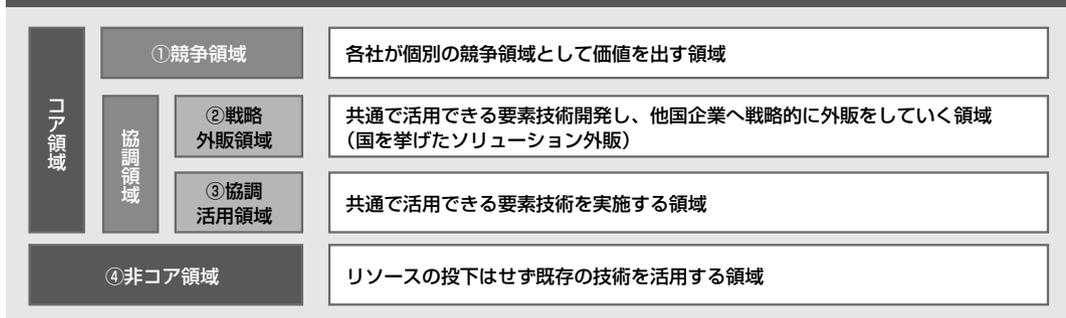
グローバルで競争が激しくなるとともに水平分業化・民主化が進む中で、各社がリソースを分散しては産業としての競争力を失いかねない。そこで、日本としては価値創出に向けて注力するコア領域と非コア領域に大きく振り分ける必要がある。非コア領域とは、他国の既存技術やオープンソースを活用することが有効である領域である。その上で、コア領域についてより分解レベルを上げる必要がある。コア領域とは、各社が価値創出に向けて企業の競争力としてリソースを集

中投下する「①競争領域」と、産学官を挙げた連携で展開をしていく「協調領域」である。さらに協調領域は、産学官が連携して共通開発をした上で、日本の競争力として③協調活用する領域と、水平分業の中での②戦略的外販領域に分かれる。

産学官連携で協調領域の引き上げができれば、それを水平分業の中で、ロボットプラットフォームとして外販展開していくことにもつながる。前述のロボットエコシステムを意識した上でのポジショニング検討が求められるのである。今まではロボットや機器メーカー各社個別の展開が見られたが、近年では価値を起点とした連携も見られる。たとえば都市・ビル領域でのベンダーフリーでのエレベーター・ロボット連携などである。こうした産学官連携での産業強化に向けた動きをさらに加速させるには政府による旗振りが求められる。

また、協調領域においては、アジア諸国などとの連携も重要となる。技術供与・連携を通じて仲間づくりを進めるとともに、各国がロボット技術について強化を図っていることから、外交カードとしても戦略的に活用することが求められる。たとえばタイにおいては、大手自動車企業のソンブーンが中国のロボット企業の新松と合弁会社を設立し、自社内のロボットインテグレーションとタイ国内

図12 日本の産業全体として求められる競争・協調領域の振り分け



での外販を図っている。現地でのロボット市場が急速に立ち上がる中で、新興国の連携プレイヤーは取り合いになっている。アジア・新興国での仲間づくりも念頭に置いたスピーディな展開が重要である。

方向性2 産学官連携ロボティクステストベッドの整備とデジタル実証フィールドの展開

(1) 産学官連携でのロボティクス実証テストベッドの設置促進

ロボットソリューションを開発・実用化するには、ユーザーの課題・ニーズに基づく、現実に近い環境での実証が不可欠である。その観点から産学官が連携した実証フィールドの提供が求められる。製造業における実証テストベッドのあり方としては「Learning Factory」というデモファクトリー型のテストベッドがグローバルで広がっている。工科大学などに産学官連携で先端のハードウェア・ソフトウェアを活用したデモ製造ラインを設置し、ユーザー製造業や周辺企業が活用してソリューションを検討することで、顧客のニーズ・課題に基づくイノベーション創出を図るのである（図13）。

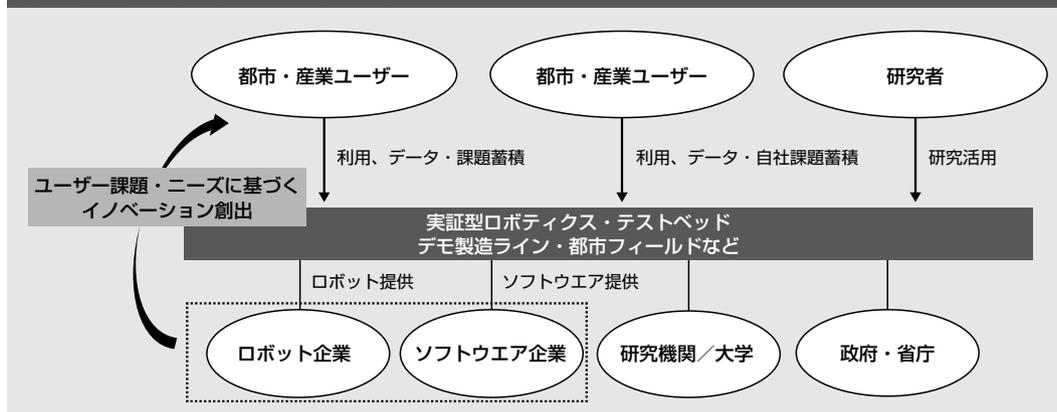
製造業における実証ラインのように、あら

ゆる産業や都市にロボットの適用が広がる中で、いかに実証フィールドを整備するのが重要になる。たとえば移動ロボットでは、法規制によって公道での実証実験がなかなかできず、開発・検証のサイクルスピードも十分ではなく、欧米や中国に後れを取ってしまっているという現状もある。日本においてもいくつか拠点が設置され始めたが、スタートアップや研究機関なども広く活用できるよう、産学官連携でのさらなる実証型テストベッド拡大が求められる。

(2) メタバース空間を活用したロボティクスのデジタルPoCの展開の可能性

これらの実証においては、現在、技術革新が進むメタバース空間の活用を通じたデジタルPoCの展開も有効である。図14はホンダによるUnity活用の例であるが、ゲームエンジンなどで仮想的に都市空間を生成し、新規技術をシミュレーションすることができる。3Dモデル自体も物理的な条件を含めることができ、ゲームエンジン活用で効率的に実証フィールドを生成し、現実に近い条件での実証が可能となっている。ラストワンマイル配送の実証は規制が緩和されるなど、現実空間での実証は実施しやすくなっているが、より

図13 実証型ロボティクステストベッド



高速に経験・実証を行い、精緻な実証結果を得ていく上では、これらのメタバースを活用したデジタルPoCとの組み合わせがより加速していくことが肝要である。

(3) 行政による点群データを活用した デジタル実証フィールド

国土交通省による3D都市モデルの「PLATEAU」の展開や、「VIRTUAL SHIZUOKA構想」で静岡県が県の三次元点群データの公開に取り組んでいるが、行政が取り組むこれらの三次元データは、より現実空間を加味したデジタル実証フィールドとして機能する。静岡県は点群データを活用して、自動運転用

の三次元地図を提供するダイナミックマップ基盤と連携し、自動運転の実証を加速させている（図15）。

また、欧州のゲーム会社によって、静岡の公開点群データを活用した新たなレーシングゲームが作成されるなど思わぬグローバル連携も生まれたという。静岡県や東京都、国土交通省など、行政の三次元データ化・公開が日本全体で進みつつある中で、行政の持つデジタルデータが、ロボットを活用したイノベーション創出につながっていくことを期待したい。

方向性3 ロボットSIer・ラインビルダーの戦略的育成

ロボットの実導入拡大に向けては、ロボットシステムインテグレーター（ロボットSIer）の存在が不可欠である。ロボットの工程が複雑化する中で、顧客の経営・オペレーション課題からロボットを最適にインテグレーションするロボットSIerの育成が重要となっている。ただし、たとえば製造業においては、ライン全体のエンジニアリングから導入までを担えるラインビルダーといった企業を除き、ロボットSIerの多くは中堅・中小企業が多い。

ロボティクス4.0が進む中で、日本のあらゆる領域においてロボットSIerの質的・量的な拡大・成長が不可欠となっている。その戦略的育成の方向性としては次の二点が挙げられる。

(1) ロボットの使いこなしに長けた 企業のロボットSIer化

ロボットSIerにとって重要な点は、顧客の経営・オペレーション課題を理解し、ロボッ

図14 ホンダによるUnity活用の例



出所) Unityブログより作成
<https://blog.unity.com/ja/manufacturing/empowering-hondas-designers-to-create-beautiful-interactive-presentations-in-1-day>

図15 静岡県による「VIRTUAL SHIZUOKA」点群データ



出所) 静岡県プレゼンテーション資料より作成

トを使いこなす方法を提示することである。その点で大企業、特にロボット活用が進む製造業には、社内にロボットを使いこなしてラインを検討する生産技術・ノウハウが蓄積されており、ロボットSIer展開にあたっての強みを有しているといえる。

これらは暗黙知として蓄積されているものの、ロボットSIerとして他社展開をするために可視化・商材化できていないケースが多い。そのような大企業に対して、自社生産技術ノウハウの標準化に向けたロボット工程の3D化・デジタルツイン化、および生産技術の外販に向けたコアソリューション開発のPoCに対して補助金制度・支援を実施することは手段の一つとなる。大企業が持つロボット活用のノウハウを、他製造業のみならず他業界に転用していくのである。

たとえばデンソーは、製造業で培ったロボット活用ノウハウを農業や医療に転用しているが、製造業が他領域も含めた産業横断でのロボットSIerとして展開するポテンシャルは高い。日本としては、これらのロボティクス4.0時代の強みとなる技術・ノウハウを、競争力に変えて展開していくことが求められる。

(2) 戦略的なロボットSIer育成のための

コンソーシアム形成

また、日本の大きなロボットSIerの課題としては、規模が限定的な事業体であることから、①カバーできる産業工程に限りが出てしまう、②ソリューション開発などのR&Dにリソースが割けない、③顧客の個別ニーズから標準解を見いだす人材育成ができない、などがある。日本のロボットSIerは、カバー範囲を拡大して、特定のロボット導入工程のみ

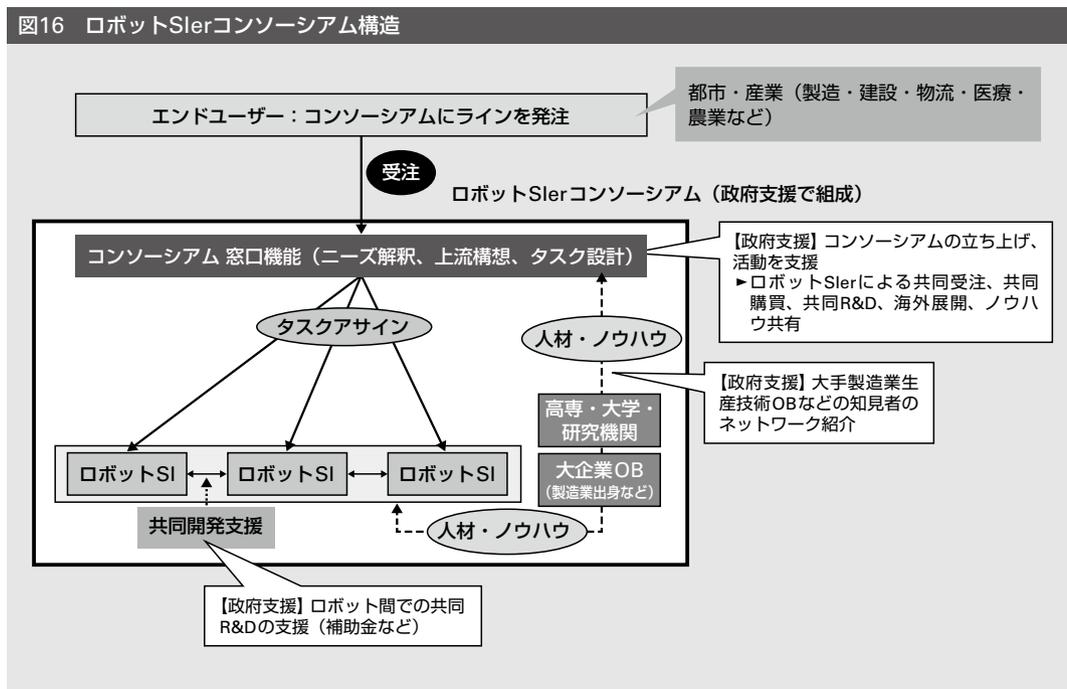
ならず、製造ラインや顧客オペレーションを統合的に支援できる形へ強化することが重要である。そのためには、M&Aなどの合従連衡もそうであるが、コンソーシアム型（複数団体での共同事業体）で受注を拡大する仕組みづくりも求められる。

たとえば製造業の領域では、FAプロダクツやオフィスエフエイ・コムなどが主幹事となり、ミツイワなどがパートナーとして「Team Cross FA」を2019年に結成している。こういったロボットSIer間での緩やかな連携や、相互協力の上での競争力拡大が進むことが期待される（図16）。

単独でのカバー範囲の拡大やR&Dに限界のあるロボットSIer支援に関しては、彼らを組織化し、産学官でロボットSIerのコンソーシアムの設立・運営に対する支援を実施することが有効ではないだろうか。コンソーシアムを通じて、共同営業活用、共同購買、ロボット導入工程メニューの共同開発、ノウハウ共有などを行うのである。その際に課題となるのが、顧客の潜在ニーズ・課題から提案内容を構想し、タスクを定義する顧客対応業務である。中小ロボットSIerでは、この潜在ニーズから提案構想を行うリソース・ケイパビリティが不足しているケースが多い。

そこで、まずコンソーシアム内で顧客対応機能を設置して、政府のネットワークの下、前述したような生産技術力の蓄積のある大手製造業OBらがノウハウを供与し、その機能を強化していく。その上で、コンソーシアムで受注したライン案件を顧客窓口機能がタスク定義を行い、各ロボットSIerに分担する役割を担うという流れである。このようなロボットSIerの育成においても政府が先頭に立っ

図16 ロボットSIerコンソーシアム構造



て支援することが求められる。

方向性4 Society5.0/SDGs・社会課題と掛け合わせたロボット展開

前述のとおり、ロボティクス4.0時代においてロボット企業はハードウェア自体ではなく、ロボットを通じてどのような価値を提供するかが重要になっている。どの価値を提供していくかに関して、第II章で触れたユーザー企業・業界の課題・オペレーションに基づいたソリューション型の展開とともに、社会課題に即した展開は日本の一つの方向性となり得る。

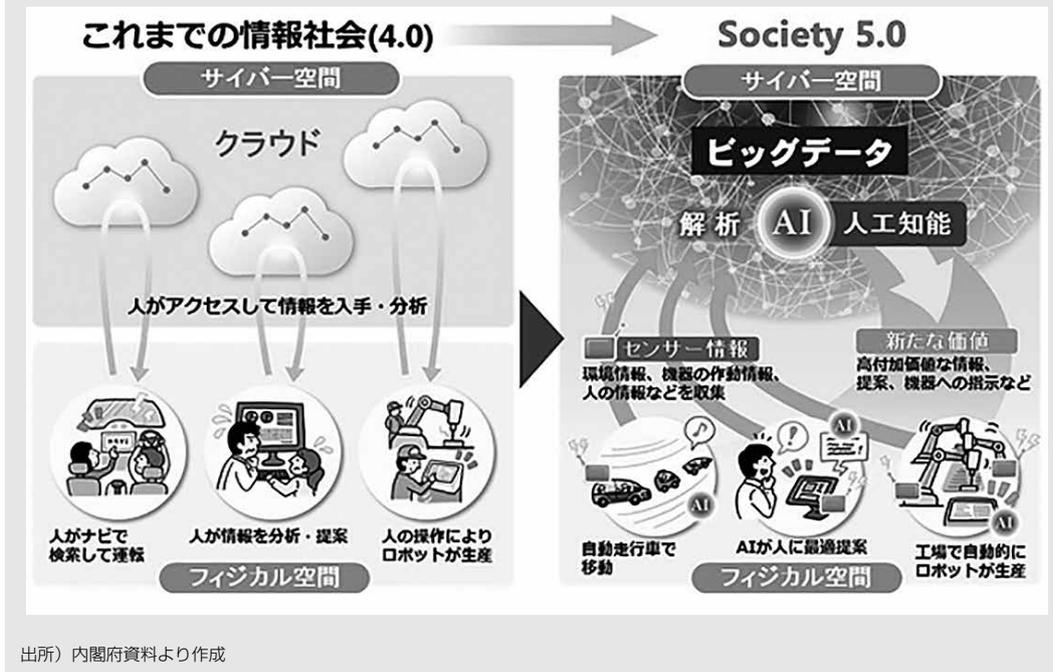
(1) Society5.0 /SDGsとロボティクスの関連性——社会課題解決におけるロボティクスの重要性

Society5.0とは内閣府が提唱している科学技術政策であり、「サイバー空間（仮想空

間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、「人間中心の社会（Society）」を意味する。高齢化や都市インフラの老朽化などの課題を抱える日本としてはSociety5.0のコンセプトの下、CPSとロボティクスを掛け合わせた課題解決型のソリューションを創出して世界に打ち出していくことが重要である（図17）。

現在、グローバル全体でSDGsに基づく経営やオペレーションが必須となってきている。行政によるデジタル実証フィールド展開の可能性は前述したが、都市や産業における課題を実証の起点として、ロボティクスソリューションを戦略的に展開していくことは日本のロボット産業の競争力の源泉となり得る。次項ではその戦略の関連として、SDGsに即したロボティクス展開の事例について触れたい。

図17 Society5.0のコンセプト



(2) SDGsとロボティクスの関連性—— 社会課題解決におけるロボティクスの 重要性

SDGsとは持続可能な開発目標を指し、2015年9月の国連サミットで加盟国の全会一致で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に記載された、30年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標である。SDGsは国際社会における政策や、企業の戦略において重要性が増しているが、このSDGsの実現とロボティクスとは密接な関係性がある。図18はSDGsの目標とそれに対応したロボットスタートアップの一例である。

SDGs例 #3 すべての人に健康と福祉を

#3の目標である「すべての人に健康と福祉を」では、移動困難者に対してパーソナルモビリティを活用した移動の提供や、過疎

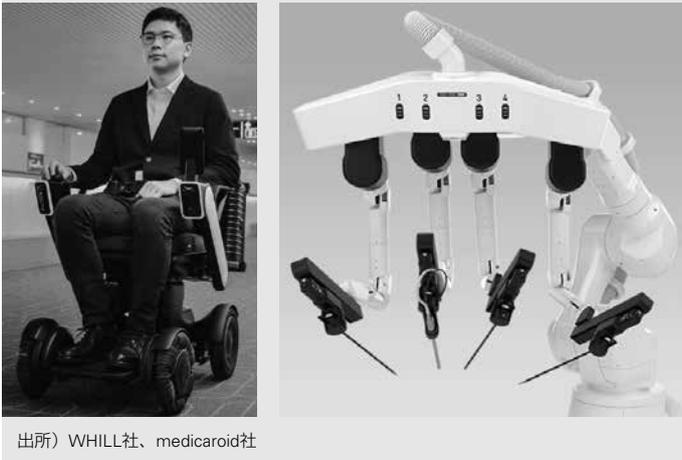
地・新興国での医療サービス提供においてロボットが効果的に活用されている。CES2022でイノベーションアワードを受賞している日本のスタートアップWHILL社は、車いすのイメージを変えMaaSなどとも連動した次世代パーソナルモビリティを提供している。また、技術を持つ医師がいない新興国などで

図18 SDGsに対応した主なロボットスタートアップの展開

<p>3 すべての人に健康と福祉を</p>	<ul style="list-style-type: none"> • WHILL社 (日) • パーソナルモビリティ × MaaS • MaaSとも連動した次世代車いすを通じて車いすの移動のイメージ変化・一般化へ
<p>8 働きがいも経済成長も</p>	<ul style="list-style-type: none"> • オリイ研究所 (日) • 分身ロボットカフェ DAWN ver. B • 遠隔操作ロボットを活用した外出困難者の就業機会の創出
<p>9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p>	<ul style="list-style-type: none"> • イクシス (日)・HIBOT社 (日) • 点検ロボット • 点検ロボット・デジタルツイン化を通じた社会インフラ老朽化対応

出所) 国際連合Webサイトより作成
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

図19 左：WHILL社のパーソナルモビリティ／
右：medicaroid社の手術ロボット「Hinotori」



出所) WHILL社、medicaroid社

は、これまでも遠隔手術ロボットによる医療の遠隔提供が模索されている。手術ロボットとしては米Intuitive Surgical社の「ダビンチ」が世界で広がっているが、日本においても川崎重工業とシスメックスの合弁会社であるmedicaroid社が国産手術ロボット「Hinotori」を開発・展開している。今後、遠隔ロボットやモビリティロボットを通じた医療・福祉の充実が期待されている（図19）。

SDGs例#8 働きがいも経済成長も

すべての人に働きがいを提供することにつ

いては、ダイバーシティの観点からもロボットが重要な役割を果たす。オリイ研究所は、「分身ロボットカフェDAWN ver.β」という外出困難者が遠隔操作ロボットで勤務できる環境を整備することにより、インクルージョンを実現している（図20）。また、農業の収穫ロボットを展開するAGRIST（アグリスト）は農業と福祉の連携として、遠隔操作を通じた農業での福祉就業支援を図っている。こうしたロボットは、病気や障がいなどにより今まで物理的に就業が難しかった人への「働きがい」を提供することにつながっている。

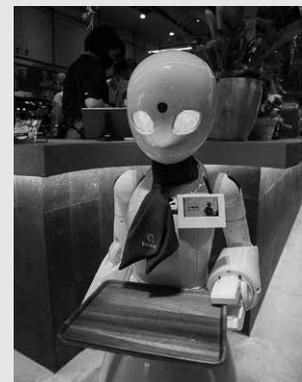
SDGs例#9 産業と技術革新の基盤をつくろう

社会インフラの維持は社会問題となっているが、日本からこれらを解決するロボットスタートアップが生まれている。イクシスは点検ロボットを通じて橋梁をはじめとした社会インフラのデジタルツインを生成し、その管理に貢献している。その他、hibot社も同様に配管などの狭隘空間や危険な場所の点検を通じ、インフラの維持に貢献している。これにより、人が入れない場所や、人の目では検

図20 オリイ研究所の「分身ロボットカフェ DAWN ver.β」



出所) 分身ロボットカフェ DAWN2021 Webサイトより作成
<https://dawn2021.orylab.com/>



知し切れないリスクや危険を認識し、生活を維持する上で重要なインフラを守ることに貢献している（図21）。

その他、ゴミ処理や環境系のスタートアップも多く生まれている。水中ゴミを除去する水中ドローンロボットや廃棄物自動選別ロボットなど、SDGsで目標に掲げられているうち地球環境を維持する上で重要な「#14 海の豊かさを守ろう」「#15 陸の豊かさを守ろう」を実現するためにもロボットは欠かせない。さらには海・陸の枠組みを超えて、宇宙ゴミを除去するアストロスケールといった日本のロボットスタートアップも生まれている。

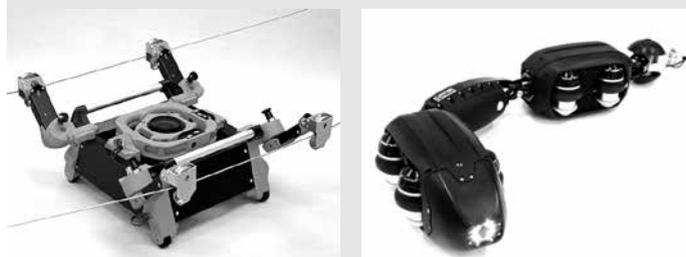
日本は社会や環境と共存する技術展開を強みとしてきた。ロボティクス革命時代、SDGs時代において、日本が地球環境や人にやさしい技術展開を通じて世界で存在感を発揮することが望まれる。

おわりに：ロボティクス4.0におけるロボット大国・日本の復活に向けて

ここまで三本の論考を通じて、ロボティクス4.0の変化と日本の位置づけ、日本として取るべき戦略について触れてきた。

今までのDXでは、デジタル技術を有する企業に押され、ハードウェアに強みを持つ日本の存在感は低迷していたが、CPS（デジタルツイン・メタバース）と連携された世界においてはロボティクスを活用した逆転のチャンスが生まれる。CPSとしてフィジカル領域でどれだけのノウハウやデータを持っているかが、デジタル領域での競争力を左右すると

図21 インフラ点検ロボット 左：イクシス 右：hibot社



出所) イクシス、hibot社

ともに、CPSでのシミュレーション結果を物理空間にフィードバックする接点としてのロボティクスの重要性が増すからである。ロボット大国として、鉄腕アトム、ドラえもんといったアニメーションで新たなロボットの使い方や夢を見せるだけでなく、高精度な技術を生み出してきた日本のロボット産業が、CPS・ロボティクス4.0時代に再び世界で輝くことを期待し、特集の筆を置くこととしたい。

著者

小宮昌人（こみやまさひと）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部主任コンサルタント

専門はプラットフォーム戦略などのビジネスモデル変革、デジタルツイン・産業メタバース活用、FA・インダストリー4.0対応、ロボティクスなど。近著に『製造業プラットフォーム戦略』（日経BP）、『日本型プラットフォームビジネス』（日本経済新聞出版社）

岩崎はるな（いわさきはるな）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部コンサルタント

専門は製造業におけるDX戦略、新規事業開発の検討支援、スタートアップ連携支援、特に、インダストリー4.0対応、ロボティクスやオートメーション、Additive Manufacturingなど